PART3　系統分析

目標　・沈殿や錯イオンの知識を使って，系統分析に触れてみよう！

Chapter1　系統分析とは

要点

系統分析とは

「沈殿生成」と「再溶解」を利用して金属イオンを検出する方法。

◆ 系統分析　重要

「沈殿生成」と「再溶解」を利用して金属イオンを検出する方法を**系統分析**という。

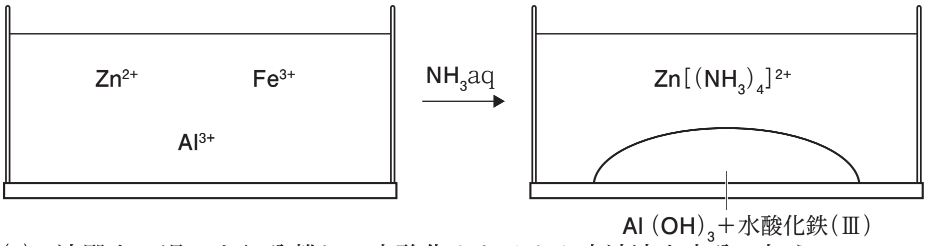
「沈殿生成」と「再溶解」を利用すると，以下の例のように，水中で混合している金属イオンを分離して取り出すことができる。

例　Zn^{2+}，Al^{3+}，Fe^{3+} が混合している水溶液

(1)　アンモニア水を十分に加える

→ Zn^{2+} は $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$ として溶解

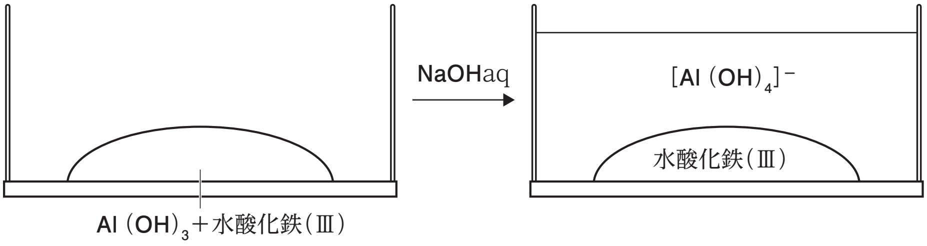
Al^{3+}，Fe^{3+} は $Al(OH)_3$，水酸化鉄(Ⅲ)として沈殿



(2)　(1)の沈殿をろ過により分離し，水酸化ナトリウム水溶液を十分に加える

→ Al^{3+} は $[Al(OH)_4]^-$ として溶解

Fe^{3+} は水酸化鉄(Ⅲ)のまま沈殿している



まとめ

・沈殿生成と再溶解を利用して金属イオンを検出する方法を（　　　　　　）という。

Chapter2　系統分析の流れ

要点

系統分析の流れ

(1)　塩酸を加える

(2)　硫化水素を吸収させる（酸性下，後処理：煮沸する，希硝酸を加える）

(3)　アンモニア水を加える

(4)　硫化水素を吸収させる（塩基性下）

(5)　炭酸アンモニウム水溶液を加える

(6)　炎色反応

◆ 系統分析の流れ　重要

系統分析は以下の流れで進めていく。**例** の混合溶液を使って確認していこう。

例　Ca^{2+}・Na^{+}・Al^{3+}・Zn^{2+}・Fe^{3+}・Pb^{2+}・Cu^{2+}・Ag^{+}

(1)　塩酸を加える　→　$PbCl_2$，AgCl が沈殿

【再溶解】

・熱水を加える（比較的溶解度の大きい $PbCl_2$ のみ溶解）

$PbCl_2$ $\xrightarrow{\text{熱水}}$ 溶解（Pb^{2+}）

AgCl $\xrightarrow{\text{熱水}}$ 溶解しない

・アンモニア水を加える（AgCl のみ錯イオンとなって溶解）

$PbCl_2$ $\xrightarrow{NH_3aq}$ 溶解しない

AgCl $\xrightarrow{NH_3aq}$ 溶解（$[Ag(NH_3)_2]^+$）

(2) <u>**硫化水素を吸収させる（酸性下）**</u> → <u>**CuS(イオン化傾向 Sn 以下の金属)が沈殿**</u>

【再溶解】

・<u>**希硝酸を加える**</u>（CuS は溶解後，溶液が青色）

$$CuS \xrightarrow{HNO_3aq} Cu^{2+}（青）$$

【後処理】

溶液中に Fe^{3+} が存在するとき，H_2S の還元力により Fe^{2+} に変化する。よって，Fe^{2+} を Fe^{3+} に戻すための後処理をおこなう。

・<u>**煮沸**</u>（水溶液中の H_2S を取り除く）

・<u>**希硝酸を加える**</u>（Fe^{2+} を酸化して Fe^{3+} に戻す）

(3) <u>**アンモニア水を加える**</u> → <u>**$Al(OH)_3$，水酸化鉄(Ⅲ)が沈殿**</u>

【再溶解】

・<u>**水酸化ナトリウム水溶液を加える**</u>（$Al(OH)_3$ のみ溶解）

$Al(OH)_3$ $\xrightarrow{NaOHaq}$ 溶解（$[Al(OH)_4]^-$）

水酸化鉄(Ⅲ) $\xrightarrow{NaOHaq}$ 溶解しない

(4) <u>**硫化水素を吸収させる（塩基性下）**</u> → <u>**ZnS（イオン化傾向 Zn 以下の金属）が沈殿**</u>

白色の硫化物は ZnS のみであるため，色で判断可能。

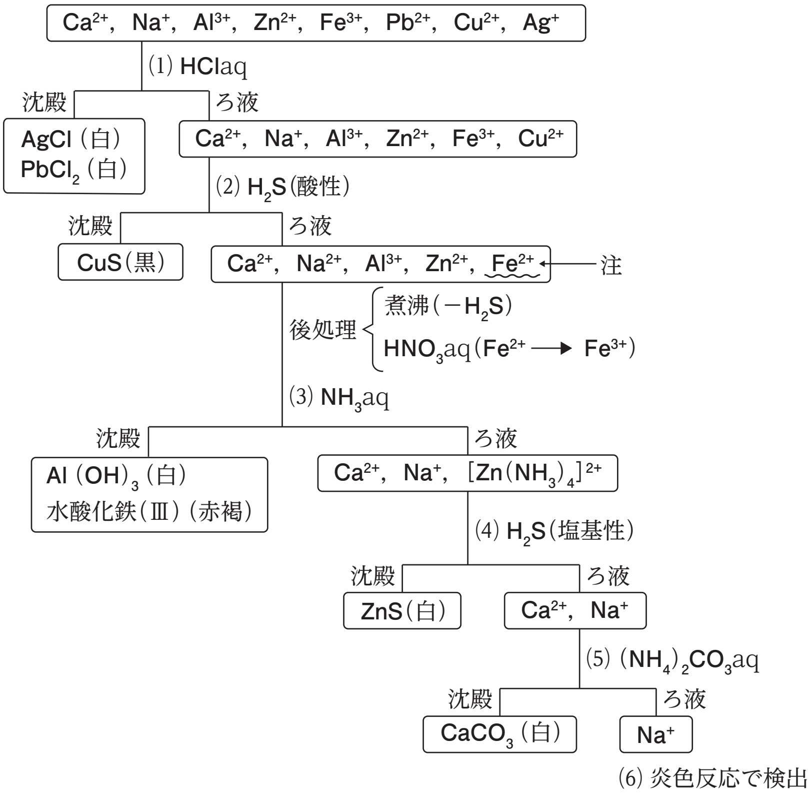
(5) <u>**炭酸アンモニウム水溶液を加える**</u> → <u>**$CaCO_3$(アルカリ土類金属)が沈殿**</u>

(6) <u>**炎色反応**</u> → <u>**Na^+（アルカリ金属）を検出**</u>

【炎色反応の色】

Li（赤）・Na（黄）・K（赤紫）・Cu（青緑）・Ca（橙赤）・Sr（紅）・Ba（黄緑）

系統図



まとめ

・系統分析（【　】内はその操作で生じる代表的な沈殿）

(1)　(　　　　　　) を加える【$PbCl_2$，AgCl】

(2)　(　　　　　　　　) を吸収させる（酸性下）【CuS】

後処理：煮沸する，希硝酸を加える

(3)　(　　　　　　　　　　) を加える【$Al(OH)_3$，水酸化鉄(Ⅲ)】

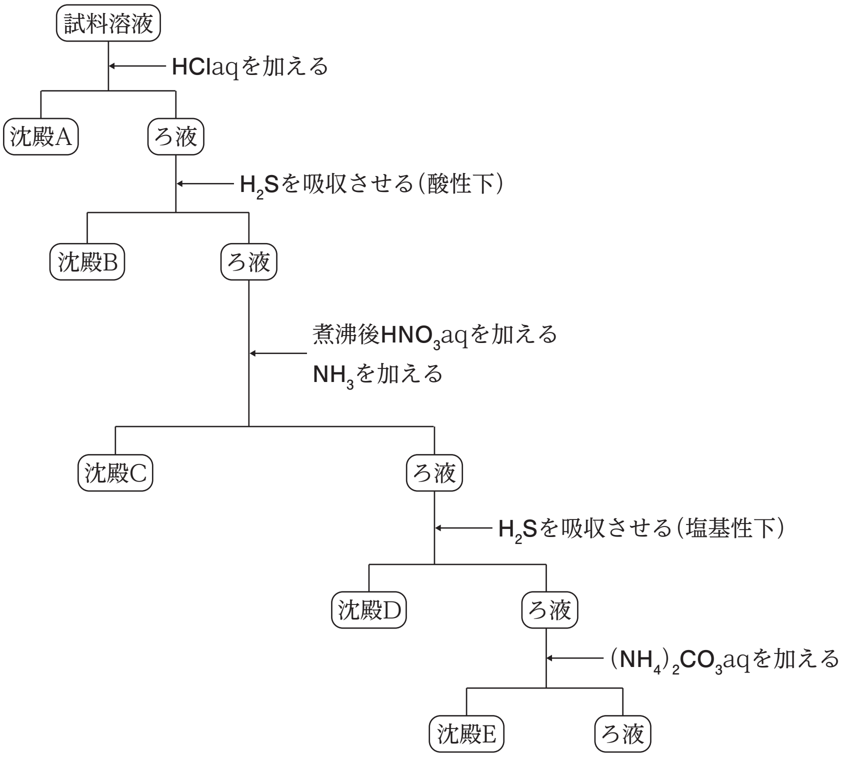
(4)　(　　　　　　　　) を吸収させる（塩基性下）【ZnS】

(5)　(　　　　　　　　　　　　　) を加える【$CaCO_3$】

(6)　(　　　　　　) 反応

Chapter3　演習問題

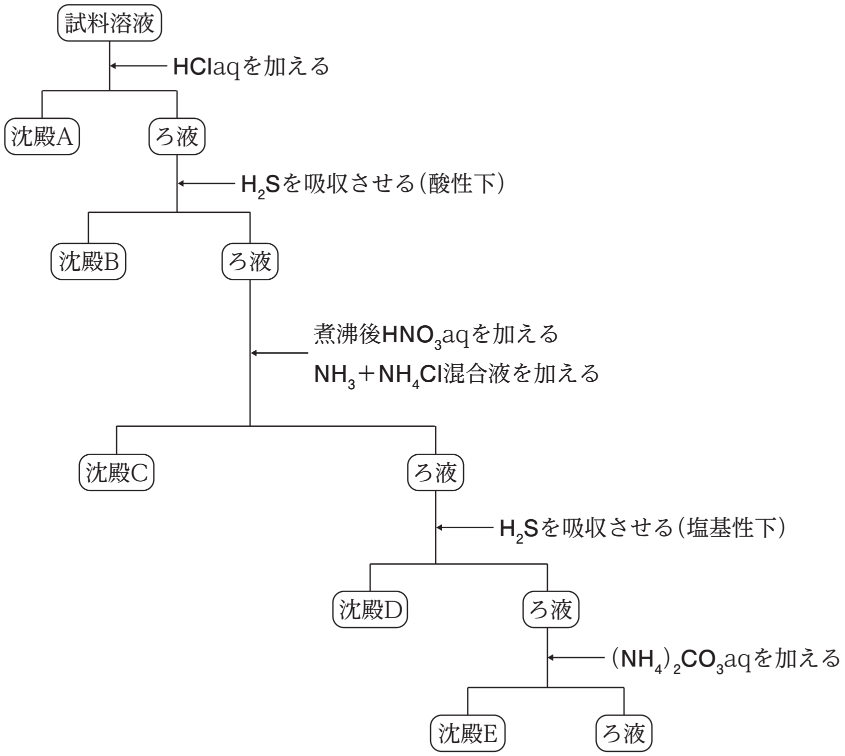
問　Ba^{2+}・Zn^{2+}・Fe^{3+}・Cu^{2+}・Ag^{+} を含む水溶液がある。下図に示す操作により，これらのイオンを分離した。沈殿 A ～ E として適切な化学式または化合物名を答えよ。



< Note >

第 12 講　PART3　確認問題

問 1　K^{+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}, Pb^{2+}, Fe^{3+}, Ca^{2+}を含む水溶液がある。下図に示す操作により，これらの金属イオンを分離した。次の問いに答えよ。ただし，沈殿を生じたイオンは水溶液中から完全に除かれるものとする。



(1)　次の①～④のうち，沈殿 A として分離される金属イオンはどれか。最も適当なものを一つ選べ。

① Fe^{3+}　　② Cu^{2+}
③ Pb^{2+}　　④ K^{+}

(2)　次の①～④のうち，沈殿 B として分離される金属イオンはどれか。最も適当なものを一つ選べ。

① Pb^{2+}　　② Ca^{2+}
③ Zn^{2+}　　④ Cu^{2+}

⑶ 次の①～④のうち，沈殿Cとして分離される金属イオンはどれか。最も適当なものを一つ選べ。

① Ca^{2+}　② Fe^{3+}
③ K^{+}　④ Zn^{2+}

⑷ 次の①～④のうち，沈殿Dとして分離される金属イオンはどれか。最も適当なものを一つ選べ。

① Cu^{2+}　② Zn^{2+}
③ Ca^{2+}　④ Pb^{2+}

⑸ 次の①～④のうち，沈殿Eとして分離される金属イオンはどれか。最も適当なものを一つ選べ。

① Pb^{2+}　② Ca^{2+}
③ Cu^{2+}　④ Fe^{3+}

⑹ 最後に残ったろ液で炎色反応を行ったとき，呈する色として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 黄色　② 青緑色
③ 黄緑色　④ 赤紫色

第 12 講　沈殿と無機反応

PART1　沈殿生成反応と沈殿の色

問　(2)，(3)，(5)

PART2　錯イオン形成反応と錯イオン

問　(1)　$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$

(2)　$[Fe(CN)_6]^{4-}$

PART3　系統分析

問　A：AgCl，B：CuS，C：水酸化鉄(Ⅲ)，D：ZnS，E：$BaCO_3$

第 12 講　PART3　確認問題　解答

問 1

(1)　③

解説：
塩酸を加えることで $PbCl_2$ が沈殿する（沈殿 A）。よって，金属イオンとしては Pb^{2+} が該当する。

(2)　④

解説：
ろ液に対し，硫化水素を吸収させる（酸性下）ことで CuS が沈殿する（沈殿 B）。よって，金属イオンとしては Cu^{2+} が該当する。

(3)　②

解説：
煮沸後，希硝酸を加えたろ液に対し，アンモニア水を加えることで水酸化鉄(Ⅲ)が沈殿する（沈殿 C）。よって，金属イオンとしては Fe^{3+} が該当する。

(4)　②

解説：
ろ液に対し，硫化水素を吸収させる（塩基性下）ことで ZnS が沈殿する（沈殿 D）。よって，金属イオンとしては Zn^{2+} が該当する。

⑸　②

解説：
ろ液に対し，炭酸アンモニウム水溶液を加えることで $CaCO_3$ が沈殿する（沈殿E）。よって，金属イオンとしては Ca^{2+} が該当する。

⑹　④

解説：
残ったろ液には K^{+} が含まれているので，炎色反応によって呈する色は赤紫色である。